

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 59-143411

(43)Date of publication of application : 17.08.1984

(51)Int.Cl.

H03H 9/25

H03H 9/64

(21)Application number : 58-016066

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 04.02.1983

(72)Inventor : KINOSHITA YASUAKI
MIZUKAMI HIROYUKI

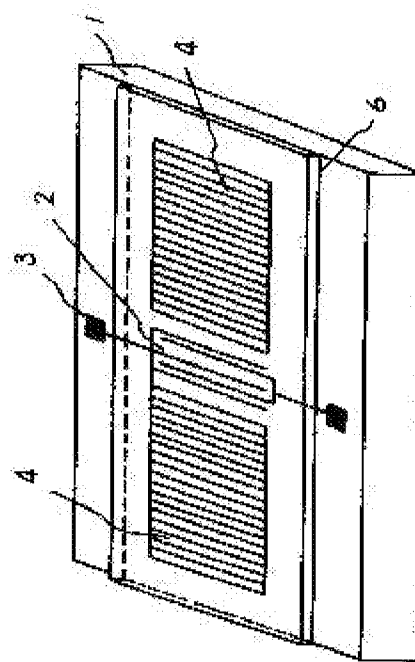
(54) ELASTIC SURFACE WAVE DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To maintain a high band property and to increase a no-load Q value by composing a piezoelectric substrate of a specific angle rotating Y-axis cutting/X-axis transmitting substrate consisting of LiNbO₃ single crystal and forming a conductive thin film and a quartz thin film consisting of melted quartz as a main component on the surface of the substrate.

CONSTITUTION: The piezoelectric substrate 1 is constituted by the 50°~80° rotating Y-axis cutting/X-axis transmitting substrate consisting of LiNbO₃ single crystal. A transducer 2 obtained by crossing conductive stripes is formed on the surface of the substrate 1 and an electrode 3 is connected to the transducer 2.

Reflectors 4 are arranged symmetrically on both sides of the transducer 2. The quartz thin film 6 consisting of melted quartz as the main component is formed on the surface of the substrate 1. The ratio of the film thickness of the film 6 to the period of a transducer electrode finger is set up in the range of 0.07~ 0.25. Adhesive strength to the substrate 1 can be increased by using a quartz thin film on which phosphorus is doped. Said constitution makes it possible to obtain the elastic surface wave device maintaining the wide band property and having the no-load Q value.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—143411

⑤Int. Cl.³
H 03 H 9/25
9/64

識別記号

庁内整理番号
Z 7232—5 J
7232—5 J

⑬公開 昭和59年(1984)8月17日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭弾性表面波装置

所内

①特 願 昭58—16066

②出 願 昭58(1983)2月4日

⑦発 明 者 木下康昭

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番
地株式会社日立製作所中央研究

⑦発 明 者 水上博之

所沢市緑町4—8—6

⑧出 願 人 株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内1丁目5
番1号

⑨代 理 人 弁理士 高橋明夫 外1名

明 細 書

発明の名称 弾性表面波装置

特許請求の範囲

1. 圧電性基板表面に形成された導電性薄膜による交叉指状電極からなる少なくとも1個のトランスジューサで形成された装置において、上記圧電性基板は LiNbO_3 単結晶の $50^\circ \sim 80^\circ$ 回転Y軸カットX軸伝搬基板で構成され、上記導電性薄膜及び基板表面に熔融石英を主成分とする石英薄膜が形成されて構成されたことを特徴とする弾性表面波装置。

2. 第1項記載の弾性表面波装置において、上記石英薄膜の膜厚 h と上記トランスジューサ電極指の周期 L の比が

$$0.07 < h/L < 0.25$$

の範囲に設定して構成されたことを特徴とする弾性表面波装置。

3. 第1項又は第2項記載の弾性表面波装置において、上記石英薄膜がリンをドーブしたことを特徴とする弾性表面波装置。

発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は弾性表面波装置、更に詳しく言えば、圧電性基板表面に交叉状電極を配し、所定の周波数特性を得る装置に係る。

〔従来技術〕

弾性表面波装置は小型、安定な特性を持つ装置として、従来、コンデンサ、インダクタ素子で構成したフィルタに代るものとして、特にVHF、UHF周波数帯のフィルタとして実用化されている。

弾性表面波装置で共振器を利用したフィルタを構成する場合、重要なことは損失が小さいこと、又広帯域の特性を持つこと、すなわちフィルタを構成する単位共振器の損失を小さくするには無負荷 Q が小さいこと、又広帯域特性を持たせるためには比帯域幅が広いことが要求される。

帯域幅を広くするためには弾性表面波基板の電気機械結合係数(通常 k^2 で表わされる)が大きいことが必要である。この要求を満たすためには圧

電性基板として LiNbO_3 単結晶を用いることが望ましいことが知られている。

しかしながら、圧電性基板として LiNbO_3 単結晶板を用いる場合は、後述する如く、基板を伝搬する音響エネルギーの伝搬モード、すなわち結晶の切断方位によつて、基板伝搬損失が大きくなる場合があり、共振器の無負荷 Q が小さくなるという欠点があつた。

〔発明の目的〕

したがつて、本発明の目的は、基板として LiNbO_3 単結晶を用いて、広帯域特性を維持しながら、かつ伝搬損失の少ない、すなわち単位共振器を構成する場合に無負荷 Q 値が大きな弾性表面波装置を実現することである。

〔発明の概要〕

本発明は上記目的を達成するため、 LiNbO_3 単結晶からなる圧電性基板上に導電性薄膜の交叉指状電極を設けたトランスデューサを形成した弾性表面波装置において、上記単結晶を 64° 近傍の回軸 Y 軸カット X 軸伝搬基板とし、上記導電性薄膜

および基板表面上に所定の厚さの熔融石英を主成分とする薄膜を形成したことを特徴とする。

特に上記熔融石英を主成分とする薄膜の厚さ h は、 h とトランスデューサ電極指の周期 L の比が

$$0.07 < \frac{h}{L} < 0.25$$

の範囲が望ましい。

以下、図面を用いて本発明を詳細に説明する。

第1図は従来知られている弾性表面波装置の一つで、圧電性基板1表面上に導電性薄膜のストライプ交叉指状電極のトランスデューサ2とストライプ電極の反射器4が設けられた1開口共振器の斜視図である。

この共振器の共振点とこれに伴う反共振点における等価回路モデルを第2図に示す。圧電性基板の電気機械結合係数 k^2 が大きいほど、第2図の静電容量比 C_1/C_0 が大きくなり、共振器が広帯域化されることが知られている。第3図は圧電性基板に LiNbO_3 を使用したときの Y 軸回転角 $(^\circ)$ と電気機械結合係数 k^2 (%)の関係を示

すものである、図中実線 S は表面すべり波によるもので、点線 r はレーリー波によるものである。

さて、最良に設計された第1図および第2図に示す共振器の無負荷 Q 値 Q_0 は基板伝搬損失 $\propto [\text{Neper/m}]$ のみに依存し、

$$Q_0 = K/2\alpha = \pi/\alpha\lambda$$

$$K = 2\pi/\lambda : \text{位相定数}$$

$$\lambda : \text{波長 [m]}$$

で与えられる。

第4図は、 LiNbO_3 単結晶の回軸 Y 軸カット X 軸伝搬基板の表面すべり波伝搬損失を示す。実線は、自由表面下を点線は導体薄膜で電氣的に短絡した表面下を表面すべり波が伝搬する場合である。レーリー波の伝搬損失はこのような回転角依存性がないので、表面すべり波を利用する共振器に特有な無負荷 Q の回転角依存性が存在するのである。

第1図の共振器のように、導体薄膜ストライプと自由表面が交互に存在する表面下では、第4図より、自由表面下と導体膜面下の伝搬損失 $\alpha\lambda$

$[\text{dB}/\lambda]$ の和が最小となる回軸 Y 軸角は約 50° で、 $\alpha\lambda \approx 10^{-2} [\text{dB}/\lambda]$ 、 $Q_0 \approx 2,500$ となる。 LiNbO_3 $64^\circ Y-X$ 板では $Q_0 \approx 1,500$ となる。

本発明は表面すべり波が伝搬する LiNbO_3 表面に石英薄膜を形成すると、第4図における自由表面下の特性が右側に移動し、その石英薄膜の厚さがある範囲では自由表面下および導体膜面下共に回軸 Y 軸の 64° カット近傍で伝搬損失が最小となることを見出し、これを利用したものである。すなわち、熔融石英内を伝搬する超音波の速度は一般に LiNbO_3 単結晶内の音速より遅いので、単結晶の表面に薄膜状の熔融石英を形成すると、表面波の振動エネルギーは石英膜と単結晶の境界面近傍でエネルギー密度が高まり、波の速度は単結晶表面を伝搬する場合より遅くなることを利用したものである。

第5図は、基板として最も望ましい LiNbO_3 $64^\circ Y-X$ 基板を使用し、伝搬損失の Kh 依存性 $(K = 2\pi/\lambda)$ を求めたもので、図中実線は基板表に直接石英薄膜を形成した境界面開放の場合、

点線は基板表面に導電膜を形成し、その上に石英薄膜を形成した場合を示す。図から明らかなように、 $Kh \approx 0.5$ を中心に実線、点線共に少ない伝搬損失を示している。したがって、以下の実施例に示すような弾性表面波装置を構成する場合、トランスデューサや、反射器のようにストライプ電極と自由表面が交互に発生する部分も第5図の実線と点線で示す平均値とほぼ等しくなり、伝搬損失は著しく改善される。特に 64° Y-X 基板で、 $Kh = 0.5$ としたときは損失が最少となりレーリ一波共振器と同等の高いQ値を実現できる。

第6図は導電性ストライプを LiNbO_3 64° Y-Y 基板に設け、その上全面に石英薄膜を形成したときの電気機械結合係数と石英薄膜厚さ Kh との関係を示すもので、同図より Kh が 1.0 以下では、石英薄膜を形成しない場合（すなわち $Kh = 0$ ）と実質的に同じであることがわかる。よって共振器を構成した場合の広帯域特性は、石英薄膜によつて狭まることはない。

以上の説明は、最も望ましい場合として 64°

Y-Y 基板について述べたが、回転角度はこの近傍 $64^\circ \pm 15^\circ$ の範囲でも効果が認められることは第4図および第5図の説明から明らかである。

〔発明の実施例〕

第7図および第8図はいずれも、本発明による弾性表面波装置の実施例の斜視図である。各図において、6が石英薄膜で、他の部分は従来知られている弾性表面波装置で構成した共振器である。すなわち、第7図のものは LiNbO_3 64° Y-X 基板表面に、導電性ストライプを交叉してなるトランスデューサ2、そのトランスデューサの両側に対称に配置された反射器4が形成されている。3は電極端子である。第8図の場合は第7図の単位共振器を2つ並置し2つの単位共振器間の結合を、導電性ストライプから形成されるマルチストライプカプラ5を介して結合したものである。トランスデューサ2の一方は電気、音響変換入力トランスデューサで他方は音響、電気変換出力トランスデューサである。これらの装置の動作は従来よく知られているのでその説明は省略する。上記

実施例において、石英薄膜6の厚さ h は

$$Kh = 0.4 \sim 0.5$$

$$K = 2\pi/\lambda$$

λ : トランスジューサ電極

周期 L の2倍

に設定されている。

したがって、伝搬損失 $\alpha\lambda$ が 10^{-2} [dB/ λ] 以下になる Kh も

$$0.25 < Kh < 0.75$$

の範囲に存在することになる。トランスジューサ電極のピッチ L で書き改めると

$$0.07 < h/L < 0.25$$

となる。

他の実施例として、第7図の反射器4を除き、トランスジューサ3の電極指対数 N を

$$Nk^2 \geq 1$$

とし、トランスジューサの内部反射現象を利用する形成の共振器に利用できることは明白である。

溶融石英の薄膜形成法として、高周波スパッタ法、CVD法、プラズマCVD法、等が使用される。

高周波スパッタ法は、アルゴンガス雰囲気中で SiO_2 を蒸着すると石英に近い密度の薄膜が形成され、計算値に近い分散特性がえられる。

周波数が低い弾性表面波共振器では、石英膜が厚くなり、基板と石英の熱膨張係数の相違に起因する微小クラックが発生し易くなる。 SiH_4 と O_2 ガスを用いたCVD法で形成した SiO_2 膜は、高周波スパッタ法のものよりも密度が小さくなり改善される。基板への付着性を高めるために、 SiO_2 にリンをドーブしたPSG（リンケイ酸ガラス）膜を用いる場合もある。

SiH_4 と N_2O ガスをグロー放電中で低温反応させるプラズマCVD法でも SiO_2 膜の形成が可能である。 SiH_4 ガスと O_2 ガスの流量比を変えて、 SiO_2 の膜質を大幅に変化させることも可能である。この場合、伝搬損失が最小になる Kh は第5図の場合とずれてくることはいうまでもない。

〔発明の効果〕

本発明によれば、 LiNbO_3 Y-X 基板を用いた

弾性表面波共振器の表面上に、熔融石英薄膜を形成することによつて、境界面に導電性薄膜が存在する部分と、存在しない部分における表面すべり波の伝搬損失が最小になるように膜厚を設定することにより、共振器の広帯域性を損なうことなく無負荷状態における Q を、レーリー波を用いた共振器と同等にまで増大することができる。

図面の簡単な説明

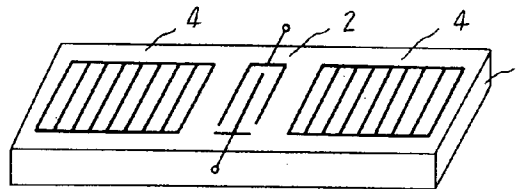
第1図は従来の弾性表面波共振器の斜視図、第2図は第1図の共振器の等価モデルの回路図、第3図は電気機械係数の結晶角度依存性を表わすグラフ、第4図は伝搬損失と結晶角度との関係を示すグラフ、第5図は伝搬損失と石英薄膜の厚さとの関係を示すグラフ、第6図は電気機械結合係数 k^2 と石英薄膜の厚さとの関係を示すグラフ、第7図は本発明による1開口共振器の一実施例の斜視図、第8図は本発明による2開口共振器の一実施例の斜視図である。

1… LiNbO_3 64° Y-X基板、2…交叉指状電極トランスジューサ、3…トランスジューサの電

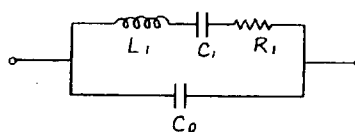
気端子、4…すだれ状電極を用いた反射器、5…すだれ状電極を用いた方向性結合器、6…熔融石英の薄膜。

代理人 弁理士 高橋明夫

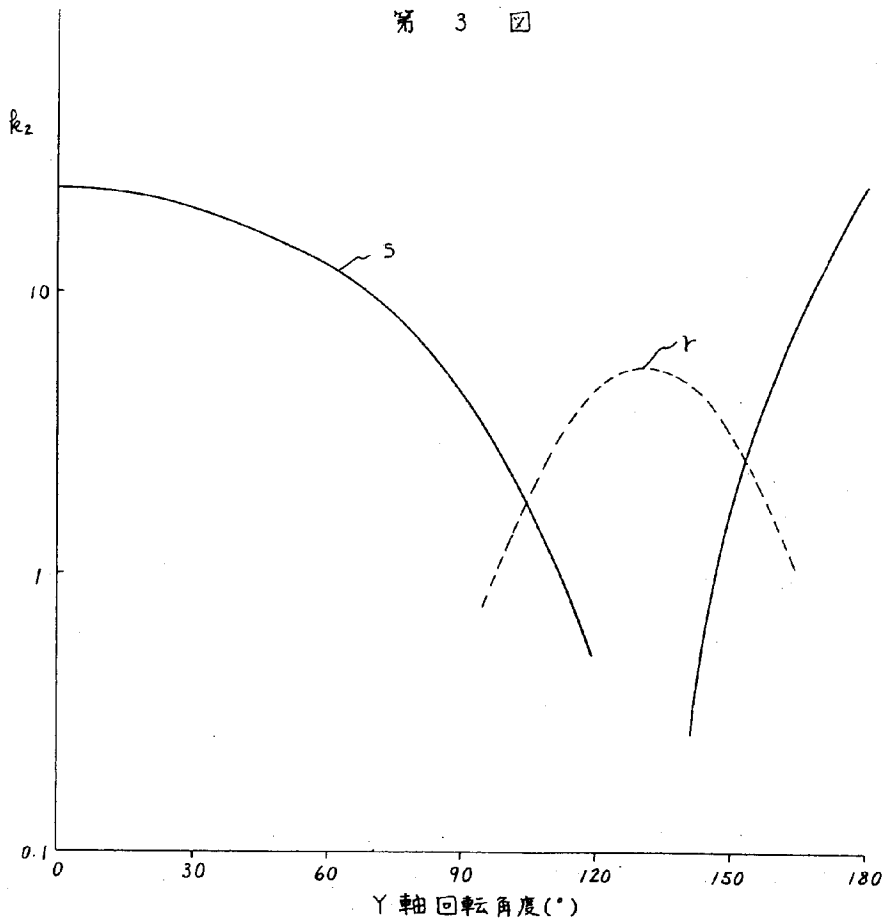
第 1 図



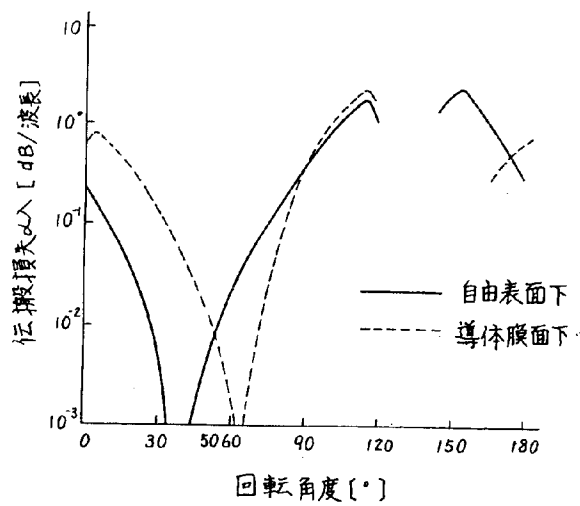
第 2 図



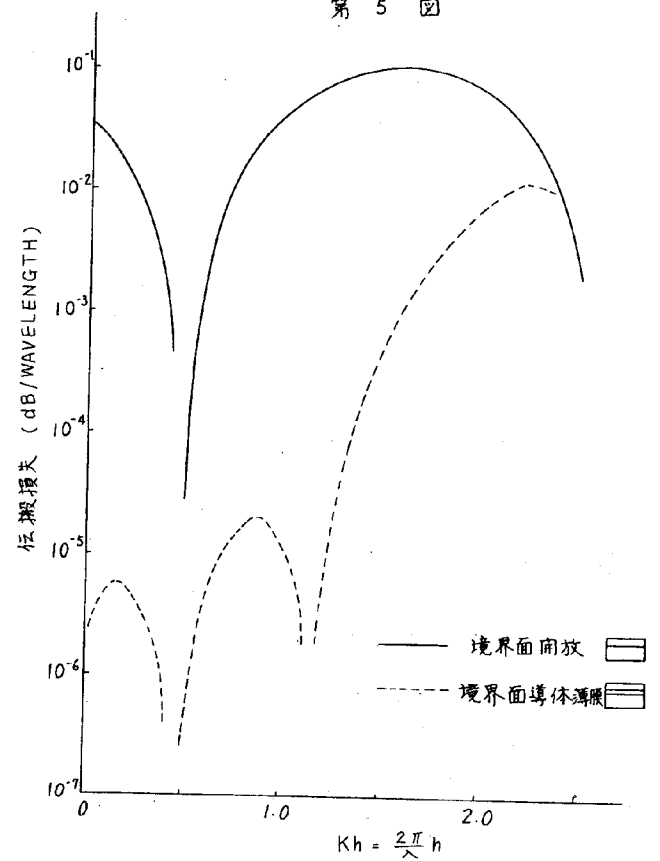
第 3 図



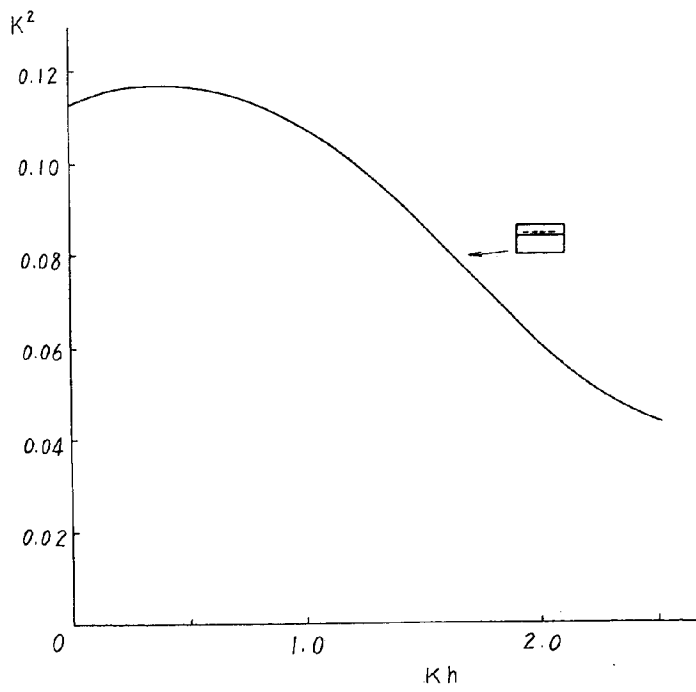
第 4 図



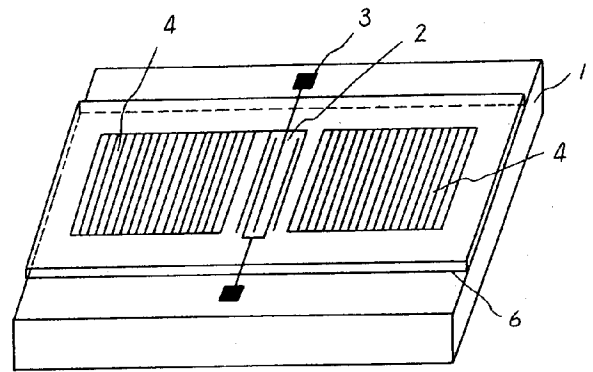
第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 8 図

